

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-332905

(43)Date of publication of application : 30.11.2001

(51)Int.Cl. H01P 1/203

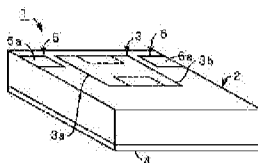
H01P 1/208

H01P 7/08

(21)Application number : 2000-151756 (71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 23.05.2000 (72)Inventor : KAMINAMI SEIJI
MIZOGUCHI NAOKI
OKAMURA NAOTAKE
BANDAI HARUFUMI

(54) DUAL-MODE BAND PASS FILTER



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a dual-mode band pass filter capable of

miniaturization and easy and markedly control of the coupling degree or band width and improved in flexibility of design.

SOLUTION: In a dual mode band pass filter 1, a metal film 3 constitutes a resonator on the first principal side of a dielectric substrate 2 or at a certain height position on the dielectric substrate, at least one ground electrode 4 is formed so as to face the metal film 3 via a dielectric substrate layer, input/ output coupling circuits 5 and 6 are coupled to the metal film 3 and at one part of an area, where the metal film 3 and the ground electrode 4 are faced to each other, dielectric substrate parts 2a and 2b of a dielectric constant different from the remaining part are formed, so as to couple two of resonance.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.02.2002

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3562442

[Date of registration] 11.06.2004

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] So that it may counter through the metal membrane currently partially formed in the height location with the dielectric substrate which has the 1st and 2nd principal plane, and the 1st principal plane of said dielectric substrate or a dielectric substrate, said metal membrane, and a dielectric substrate layer At least one ground electrode formed in the 2nd principal plane of a dielectric substrate, or a dielectric substrate, So that it may have the I/O coupled circuit of the pair combined in a part which is different in said metal membrane and two resonance modes generated by said metal membrane may join together The dual mode band pass filter carried out if a part of specific inductive capacity of the dielectric substrate of the field where said metal membrane and said ground electrode have countered through the dielectric substrate layer is the remaining specific inductive capacity and ** of a part.

[Claim 2] The dual mode band pass filter according to claim 1 with which the part carried out if the specific inductive capacity of said dielectric substrate layer is ** is constituted by the cavity established in the dielectric substrate.

[Claim 3] So that it may counter through the metal membrane partially formed in the height location with the dielectric substrate which has the 1st and 2nd principal plane, and the 1st principal plane of said dielectric substrate or a dielectric substrate, said metal membrane, and a dielectric substrate layer At least one ground electrode formed in the 2nd principal plane of a dielectric

substrate, or a dielectric substrate, So that it may have the I/O coupled circuit of the pair combined in a part which is different in said metal membrane and two resonance modes produced in said metal membrane may join together The dual mode band pass filter characterized by forming a through tube or notching in said ground electrode in the part which said metal membrane and ground electrode have countered.

[Claim 4] The dual mode band pass filter according to claim 1 to 3 with which the metal membrane is formed in the 1st principal plane of said dielectric substrate, and the ground electrode is formed in the 2nd principal plane.

[Claim 5] The dual mode band pass filter according to claim 1 to 4 said whose metal membrane is the configuration which has a longitudinal direction and the direction of a short hand.

[Claim 6] The flat-surface configuration of said metal membrane is a rectangle, a rhombus, a regular polygon, and the dual mode band pass filter according to claim 1 to 5 that is circular or an ellipse form.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the dual mode band pass filter used as a band-pass filter in the transmitter of a microwave - millimeter wave band.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the dual mode band pass filter is variously proposed as a band pass filter used in a high frequency field (MINIATURE DUAL MODE MICROSTRIP FILTERS, J.A.Curtis and S.J.Fiedziuszko, 1991 IEEE MTT-S Digest, etc.).

[0003] Drawing 13 and drawing 14 are each typical top view for explaining the conventional dual mode band pass filter. In the band pass filter 200 shown in drawing 13, the circular electric conduction film 201 is formed on the dielectric substrate (not shown). The I/O coupled circuit 202 and the I/O coupled circuit 203 are combined with this electric conduction film 201 so that the include angle of 90 degrees may be made mutually. And the tip disconnection stub 204 is formed in the location which makes the include angle of 45 degrees of central angles to the part by which the above-mentioned I/O coupled circuit 203 is arranged. The resonance mode which is two from which resonance frequency differs by this is combined, and the band pass filter 200 is constituted so that it may operate as a dual mode band pass filter. Moreover, in the dual mode band pass filter 210 shown in drawing 14, the square electric conduction film 211 is formed on the dielectric substrate. The I/O coupled circuit 212,213 is combined with this electric conduction film 211 so that the include angle of 90 degrees may be made mutually. Moreover, the corner section with a location of 135 degrees is missing to the I/O coupled circuit 213. by preparing lack partial 211a, if the resonance frequency of two resonance modes is **, it carries out -- having -- **** -- this -- resonance in the mode whose number is two is combined and a band pass filter 210 operates as a dual mode band pass filter.

[0004] On the other hand, it replaces with the circular electric conduction film,

and the dual mode filter using the circular ring-like electric conduction film is also proposed (JP,9-139612,A, JP,9-162610,A, etc.). That is, the dual mode filter which arranges an I/O coupled circuit so that the include angle of 90 degrees of central angles may be made, and comes to prepare a tip disconnection stub to a part of ring-like transmission line as well as the dual mode band pass filter shown in drawing 13 is indicated using the circular ring-like ring transmission line.

[0005] Moreover, the dual mode filter using the same ring-like transmission line is indicated by JP,6-112701,A. As shown in drawing 15 , the ring resonator with which the circular ring-like electric conduction film 222 is formed on the dielectric substrate consists of this dual mode filter 221. Here, to the circular ring-like electric conduction film 222, four terminals 223-226 are constituted so that 90 degrees may be made mutually. Two terminals 223,224 arranged in the location which makes the include angle of 90 degrees mutually among four terminals are combined with the I/O coupled circuit 227,228, and the two remaining terminals 225,226 are connected through the feedback circuit 230.

[0006] The orthogonal mode resonance which is not mutually combined by the above-mentioned configuration in the ring resonator which consists of the one strip line is produced, and the purport which can control degree of coupling by the above-mentioned feedback circuit 230 is indicated.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the conventional dual mode band pass filter shown in drawing 13 and drawing 14 , by forming one electric conduction film pattern, two steps of band pass filters can be constituted, therefore the miniaturization of a band pass filter can be attained.

[0008] However, in the electric conduction film pattern of a round shape or a square, since it had the configuration which separates the above-mentioned specific include angle and combines an I/O coupled circuit, degree of coupling could not be enlarged but there was a fault that a large passband could not be obtained.

[0009] Moreover, in the band pass filter circular [electric conduction / 201] and

shown in drawing 14 with the band pass filter shown in drawing 13 , the square and the configuration are limited for the electric conduction film 211. Therefore, there was also a problem that the degree of freedom of a design was low.

[0010] Moreover, there was a problem that it was difficult for JP,9-139612,A or JP,9-162610,A also in the dual mode band pass filter using a ring-like resonator like a publication to enlarge degree of coupling similarly, and the configuration of a ring-like resonator was limited.

[0011] On the other hand, by using a feedback circuit 230 for JP,6-112701,A mentioned above with the dual mode filter 221 of a publication, adjustment of degree of coupling is performed and it is supposed that broadband-ization is attained. However, there was a problem that a feedback circuit 230 was required for this advanced technology with the dual mode filter of a publication, and circuitry made it complicated. In addition, it was limited too that the configuration of a ring-like resonator is in a circle, and there was a problem that the degree of freedom of a design was low.

[0012] The purpose of this invention can enlarge degree of coupling, adjustment of degree of coupling is still easier for it, it not only can attain a miniaturization, but it can realize [it can cancel the fault of the conventional technique mentioned above,] a large passband easily, and is to offer the dual mode band pass filter which was further excellent in the degree of freedom of a design.

[0013]

[Means for Solving the Problem] The dielectric substrate which has the 1st and 2nd principal plane according to the large aspect of affairs of the 1st invention, So that it may counter through the metal membrane currently partially formed in the height location with the 1st principal plane of said dielectric substrate, or a dielectric substrate, said metal membrane, and a dielectric substrate layer At least one ground electrode formed in the 2nd principal plane of a dielectric substrate, or a dielectric substrate, So that it may have the I/O coupled circuit of the pair combined in a part which is different in said metal membrane and two resonance modes generated by said metal membrane may join together The

dual mode band pass filter carried out if a part of specific inductive capacity of a dielectric substrate is the remaining specific inductive capacity and ** of a part in the field to which said metal membrane and said ground electrode have countered through the dielectric substrate layer is offered.

[0014] In the dual mode band pass filter concerning the 1st invention the lower layer line and abbreviation which connect the joint conversion to the metal membrane of the I/O coupled circuit of a pair -- two resonance modes, an parallel direction and the direction which intersects perpendicularly with this lower layer line at a list, -- being generated -- this -- so that two resonance modes may join together It is carried out if the specific inductive capacity of some dielectric substrate layers of the field where the metal membrane and the ground electrode have countered through the dielectric substrate layer is the remaining specific inductive capacity and remaining ** of a part. That is, one resonance mode changes the resonance frequency in response to effect between two resonance modes by the dielectric substrate part from which the above-mentioned specific inductive capacity differs, and two resonance joins together by it. Since in other words it is carried out if a part of specific inductive capacity of the above-mentioned dielectric substrate layer is ** so that two resonance modes may be combined, it operates as a dual mode band pass filter.

[0015] The part carried out if the specific inductive capacity of the above-mentioned dielectric substrate layer is ** is constituted from a specific aspect of affairs with this invention by the cavity established in the dielectric substrate. The dielectric substrate which has the 1st and 2nd principal plane according to the large aspect of affairs of invention of the 2nd of this application, So that it may counter through the metal membrane partially formed in the height location with the 1st principal plane of said dielectric substrate, or a dielectric substrate, said metal membrane, and a dielectric substrate layer At least one ground electrode formed in the 2nd principal plane of a dielectric substrate, or a dielectric substrate, So that it may have the I/O coupled circuit of the pair combined in a part which is different in said metal membrane and two resonance modes produced in said

metal membrane may join together In the part which said metal membrane and ground electrode have countered, the dual mode band pass filter characterized by forming a through tube or notching in said ground electrode is offered.

[0016] In invention of the 2nd of this application, in the part which the metal membrane and the ground electrode have countered, a through tube or notching is formed in the ground electrode so that two resonance modes may join together. namely, the lower layer line and abbreviation which connect the joint conversion to the metal membrane of the I/O coupled circuit of a pair -- although the resonance mode spread in the two directions of the direction which intersects perpendicularly with this lower layer line at an parallel direction list arises, one resonance mode changes the resonance frequency in response to effect by the above-mentioned through tube or notching. That is, the above-mentioned through tube or notching is formed so that one resonance mode may be combined with the resonance mode of another side, and one resonance electric field or resonance current of resonance mode may be affected. Therefore, two resonance modes are combined by the above-mentioned through tube or notching, and it operates as a dual mode band pass filter.

[0017] On the specific aspect of affairs of the 1st and the 2nd invention, the metal membrane is formed in the 1st principal plane of said dielectric substrate, and the ground electrode is formed in the 2nd principal plane. On other specific aspects of affairs of the dual mode band pass filter concerning the 1st and 2nd invention, said metal membrane is the configuration which has a longitudinal direction and the direction of a short hand further.

[0018] On still more nearly another specific aspect of affairs of the 1st and the 2nd invention, the flat-surface configuration of said metal membrane is a rectangle, a rhombus, a regular polygon, a round shape, or an ellipse form.

[0019]

[Embodiment of the Invention] This invention is clarified by explaining the concrete example of this invention hereafter.

[0020] Drawing 1 is a perspective view for explaining the dual mode band pass

filter concerning the 1st example of this invention, and drawing 2 is the top view showing the important section typically. The dual mode band pass filter 1 has the rectangle tabular dielectric substrate 2. Since a resonator is constituted, the metal membrane 3 which consists of Cu is formed in the top face of the dielectric substrate 2. The metal membrane 3 is partially formed on the dielectric substrate 2. A metal membrane 3 has a rectangular configuration in this example. That is, a metal membrane 3 is a configuration which has a longitudinal direction and the direction of a short hand.

[0021] In this example, as for the metal membrane 3, the die length of 1.6mm and a shorter side is set to 1.4mm for the die length of a long side. But the dimension of a metal membrane 3 is not limited to this, but can be suitably changed according to the center frequency and bandwidth which are considered as a request.

[0022] On the top face of the dielectric substrate 2, shorter sides 3a and 3b and a predetermined gap are separated to a metal membrane 3, and the I/O coupled circuits 5 and 6 are combined with it. The I/O coupled circuits 5 and 6 have the patterns 5a and 6a for I/O capacity formation which are the parts combined with a metal membrane 3, and the microstrip lines 5b and 6b connected to the patterns 5a and 6a for I/O capacity formation.

[0023] In addition, as long as it is a part which is different about the joint to the metal membrane 3 of the I/O coupled circuits 5 and 6, it is not limited to the location of illustration. The ground electrode 4 is formed in the whole surface on the inferior surface of tongue of the dielectric substrate 2.

[0024] In the band pass filter 1 of this example, the dielectric substrate 2 is not constituted uniformly but it has a part for the dielectric substrate layer from which specific inductive capacity differs. That is, partial 2a with big specific inductive capacity and 2b are relatively formed among the fields where the metal membrane 3 and the ground electrode 4 have countered the dielectric substrate 2. Partial 2a with this big specific inductive capacity and 2b are set to specific-inductive-capacity $\epsilon_{nr}=17$ by this example, and specific inductive capacity of

the remaining dielectric substrate part is set to $\epsilon_r=7$. In long sides [of the rectangular metal membrane 3 / 3c and 3d] near a center, partial 2a with high specific inductive capacity and 2b are formed so that these long sides 3c and 3d may be met. Moreover, the flat-surface configuration is a rectangle, and in the thickness direction of the dielectric substrate 2, partial 2a with high specific inductive capacity and 2b are formed so that an inferior surface of tongue may be reached [from the top face of the dielectric substrate 2].

[0025] After not being limited especially about the approach of constituting the dielectric substrate 2 so that it may have partial 2a with high specific inductive capacity, 2b, and the remaining part, but obtaining the dielectric substrate 2, a through tube can be formed in the part in which dielectric substrate partial 2a and 2b are prepared, and it can form by filling up this through tube with dielectric materials with high specific inductive capacity. Or after obtaining a rectangular dielectric substrate, partial 2a with high specific inductive capacity and 2b may be formed by making the part of specific inductive capacity which is relatively equivalent to high partial 2a and 2b apply and carry out thermal diffusion of the component of a substrate, and the element which reacts.

[0026] In this example, the dielectric substrate 2 consists of oxides, such as Mg, Si, and aluminum, and, as for high partial 2a and 2b, in addition to oxides, such as Mg, Si, and aluminum, the oxide of calcium or Ti is added relatively [specific inductive capacity].

[0027] Moreover, although high partial 2a and the flat-surface configuration of 2b are rectangles relatively [the above-mentioned specific inductive capacity], the shorter side is constituted so that it may have the dimension 200 micrometers and whose long side are 600 micrometers.

[0028] In the dual mode band pass filter 1 of this example, an output is taken out between another side of the I/O coupled circuits 5 and 6, and the ground electrode 4 by impressing input voltage between one side of the I/O coupled circuits 5 and 6, and the ground electrode 4. In this case, since a metal membrane 3 has a rectangular configuration and high partial 2a and 2b are

formed relatively [the above-mentioned specific inductive capacity], resonance in the two modes is combined and it operates as a dual mode band pass filter. This is because it is constituted so that partial 2a with specific inductive capacity high in upper diagnosis pair and 2b may combine two resonance produced in a metal membrane 3. This is explained with reference to drawing 3 - drawing 7 .

[0029] Drawing 3 is the perspective view showing the resonator 51 prepared for the comparison. If it removes that high partial 2a and 2b are not prepared relatively [specific inductive capacity], it consists of resonators 51 like the dual mode band pass filter 1 of the above-mentioned example. The frequency characteristics of this resonator 51 are shown in drawing 4 .

[0030] The continuous line A and broken line B of drawing 4 show the reflection property and passage property of a resonator 51, respectively. Although two resonance shown by the arrow head C and the arrow head D has appeared so that clearly from drawing 4 , two resonance has appeared in the detached building or the frequency location, and is not combined. The resonance which meets in the direction parallel to the direction to which the joint of the I/O coupled circuits 5 and 6 combined with the metal membrane 3 is connected with a resonator 51 of a long side, i.e., the direction of a metal membrane 3, and the resonance which meets in the direction of a shorter side, i.e., direction, which intersects perpendicularly with this long side arise. The resonance shown by the arrow head C of drawing 4 is resonance which meets in the above-mentioned long side direction, and the resonance shown by the arrow head D is resonance which meets in the direction of a shorter side.

[0031] Two resonance has appeared in a different frequency location, and is not combined so that clearly from drawing 4 . That is, it does not operate as a band pass filter. When invention-in-this-application persons measured the resonance electric field in the above-mentioned resonator 51 using the electromagnetic-field simulator (the product made from Hewlett Packard, lot number:HFSS), the result shown in drawing 5 and drawing 6 was obtained.

[0032] That is, in Resonance C, it was confirmed that resonance electric field

become strong in the part shown with the broken line E of drawing 5 , i.e., the part which meets shorter sides 3a and 3b in long sides [3c and 3d] both sides.

[0033] On the other hand, in the resonance which meets in the direction of a shorter side, as a broken line F showed to drawing 6 , it was confirmed that resonance electric field become strong in long side 3c of a metal membrane 3 and about 3d. When invention-in-this-application persons adjusted the resonance electric field for one resonance as a result of taking into consideration the above-mentioned resonance electric-field distribution, and bringing the resonance frequency of Resonance C and Resonance D close by it, they found out that a band pass filter could be constituted.

[0034] In the dual mode band pass filter 1 of the 1st example, by forming high partial 2a and 2b relatively [the above-mentioned specific inductive capacity] in long sides [3c and 3d] near an abbreviation center, the resonance frequency of the resonance D which meets in the direction of a shorter side, i.e., the resonance shown in drawing 4 , is reduced on the basis of the above knowledge, and two resonance is combined with it. In other words, high partial 2a and 2b are formed relatively [specific inductive capacity] so that two resonance may join together.

[0035] The frequency characteristics of the dual mode band pass filter 1 of this example are shown in drawing 7 . The continuous line G of drawing 7 shows a reflection property, and a broken line H shows a passage property. Moreover, a continuous line A and a broken line B also show collectively the frequency characteristics of the resonator 51 mentioned above for a comparison.

[0036] In the dual mode band pass filter 1 of this example, it turns out that two resonance joins together and it can operate as a band pass filter so that clearly from drawing 7 .

[0037] In the dual mode band pass filter 1 of this example When the above-mentioned specific inductive capacity adjusts high partial 2a and a specific-inductive-capacity difference with the remaining part of 2b and specific inductive capacity adjusts the area of high partial 2a, the flat-surface configuration of 2b,

and this flat-surface configuration relatively It can do [adjusting easily the resonance frequency of the resonance spread in the direction of a shorter side or], and while two resonance is certainly combinable with it, the band pass filter property of the bandwidth considered as a request can be acquired easily.

[0038] In addition, in the 1st example, although specific inductive capacity prepared high partial 2a and 2b in the center of a long side side relatively, specific inductive capacity may prepare the remaining dielectric substrate part and a different part in a shorter side side. In that case, since the resonance frequency of the resonance spread along a long side will be influenced, compared with the remaining part, specific inductive capacity should just prepare a low part in a shorter side side relatively as a part from which specific inductive capacity differs.

[0039] Drawing 8 is a typical top view where specific inductive capacity shows the modification in which the low part was prepared relatively to the shorter side 3a [of a metal membrane 3], and 3b side. In the dual mode band pass filter 11 of this example, a metal membrane 3 sets caudad and Cavities 2c and 2d are established in the dielectric substrate 2. In the field to which the metal membrane 3 and the ground electrode have countered, Cavities 2c and 2d are formed in the center of shorter side abbreviation so that the shorter sides 3a and 3b of a metal membrane 3 may be met. The flat-surface configuration is made into the configuration of an abbreviation rectangle, and Cavities 2c and 2d have the dimension whose long side the shorter side of this rectangle is 200 micrometers, and is 600 micrometers. Moreover, Cavities 2c and 2d are formed so that it may pierce through the dielectric substrate 2 on the inferior surface of tongue from a top face. But it is not necessary to necessarily penetrate Cavities 2c and 2d.

[0040] Since the specific inductive capacity in Cavities 2c and 2d turns into specific inductive capacity of air, it is $\epsilon_r=1$. The frequency characteristics of the dual mode band pass filter 11 of this modification are shown in drawing 9 . In drawing 9 , a continuous line I shows a reflection property and a broken line J shows a passage property. For a comparison, the frequency characteristics of

the resonator 51 mentioned above are combined, and a continuous line A and a broken line B show them.

[0041] Since the above-mentioned cavities 2c and 2d are established in the shorter side side of a metal membrane 3 at the dielectric substrate 2 according to this modification so that clearly from drawing 9 , it turns out that the resonance electric field of the resonance spread in the direction of a long side are influenced, the resonance frequency of Resonance C is raised, two resonance joins together, and it operates as a band pass filter.

[0042] Drawing 10 and drawing 11 are the typical top views and bottom views showing the important section of the band pass filter concerning the 2nd example of this invention. In the band pass filter 21 of the 2nd example, as a dielectric substrate 22, it is 300 micrometers in thickness and what consists of an oxide of Mg, Si, and aluminum of specific-inductive-capacity $\epsilon_r=7$ is used. A metal membrane 3 and the I/O coupled circuits 5 and 6 are constituted like the 1st example by the top face of the dielectric substrate 22. Moreover, as shown in drawing 11 , the ground electrode 4 is formed in the inferior surface of tongue of the dielectric substrate 2. The description of this example is in the ground electrode 4 to form through tubes 4a and 4b.

[0043] That is, in the field to which the metal membrane 3 and the ground electrode 4 have countered, through tubes 4a and 4b are formed so that two resonance may be combined. In this example, the rectangular through tubes 4a and 4b are formed for the flat-surface configuration so that through tubes 4a and 4b may meet the part in which the shorter sides 3a and 3b at the time of projecting a metal membrane 3 caudad are located.

[0044] Therefore, in the dual mode band pass filter 21, the part in which the resonance electric field of the resonance spread in the direction of a long side of a metal membrane 3 appear strongly is influenced by through tubes 4a and 4b, and the resonance frequency of the resonance C spread in the direction of a long side of a metal membrane 3 is raised like the modification shown in drawing 8 . And the magnitude is defined so that the above-mentioned resonance C and

Resonance D may join [through tubes 4a and 4b] together. Let one side of through tubes 4a and 4b be 0.8mm of long sides, and 0.4mm of shorter sides in this example.

[0045] A continuous line K and a broken line L show the frequency characteristics of the dual mode band pass filter 21 of this example to drawing 12 . A continuous line K shows a reflection property and a broken line L shows a passage property. For a comparison, the frequency characteristics of a resonator 51 are combined with drawing 12 , and are shown. Also in the 2nd example, it turns out that two resonance is combined by formation of through tubes 4a and 4b so that clearly from drawing 12 .

[0046] In addition, in the 1st example and modification, although specific inductive capacity prepared the remaining part and a different part in the dielectric substrate and prepared the through tube in it in the 2nd example at the ground electrode in order to control resonance electric field, these approaches may be used together. That is, the 1st example and 2nd example may be combined.

[0047] Moreover, in the 1st and 2nd example, although the metal membrane 3 had the rectangular configuration, it is not limited especially about the configuration of a metal membrane 3, but can be made into the configuration of arbitration. But in order to generate two resonance modes of different resonance frequency, it is desirable to use the metal membrane which has a longitudinal direction and the direction of a short hand.

[0048] Moreover, as a concrete flat-surface configuration of a metal membrane, a rectangle, a rhombus, a regular polygon, a round shape, or an ellipse form can be made into various configurations. Moreover, although the metal membrane 3 was formed in the top face of the dielectric substrate 2 in the 1st and 2nd example, a metal membrane 3 is formed in a height location with a dielectric substrate, and its potato is good. Similarly, as long as it can counter through a metal membrane 3 and a dielectric substrate layer also about a ground electrode, there is not necessarily no need of being formed in the inferior surface of tongue

of the dielectric substrate 2, and it may be formed in the dielectric substrate.

[0049] Furthermore, the dual mode band pass filter which has TORIPU rate structure may be constituted by forming a metal membrane in the middle height location of the dielectric substrate 2, and forming a ground electrode in the top face and inferior surface of tongue of a dielectric substrate.

[0050]

[Effect of the Invention] In the dual mode band pass filter concerning this invention, the metal membrane for constituting a resonator is formed in the dielectric substrate, and the I/O coupled circuit is combined so that two resonance modes may occur in this metal membrane. And since it is carried out if the specific inductive capacity of some dielectric substrates of the field where the metal membrane and the ground electrode have countered through the dielectric substrate layer is the remaining specific inductive capacity and remaining ** of a part so that two resonance modes may join together, two resonance modes are combined and the property as a dual mode band pass filter can be acquired.

[0051] The configuration of the metal membrane which constitutes a resonator from a conventional dual mode band pass filter does not have constraint, or such constraint does not exist with the dual mode band pass filter concerning this invention to constraint having been in the location at the joint of an I/O coupled circuit. Therefore, the degree of freedom of a design of a dual mode band pass filter can be raised sharply.

[0052] And bandwidth can also be sharply adjusted by changing the location of the dimension of the above-mentioned metal membrane, the dimension of the dielectric substrate part into which specific inductive capacity differs from the remaining part, or the joint of an I/O coupled circuit.

[0053] When the part carried out if the specific inductive capacity of a dielectric substrate layer is ** is constituted by the cavity established in the dielectric substrate, two resonance modes can be easily combined with a dielectric substrate only by forming a cavity.

[0054] The metal membrane for constituting a resonator is formed in the dielectric substrate, and it consists of dual mode band pass filters concerning invention of the 2nd of this application so that an I/O coupled circuit may be combined with this metal membrane and two resonance modes may arise. and -- this -- in the part which the metal membrane and the ground electrode have countered, notching is formed in the ground electrode so that two resonance modes may join together. Therefore, like the 1st invention, two resonance modes are combined and the property as a dual mode band pass filter is acquired.

[0055] Also in the 2nd invention, there is no constraint of the location of the configuration of a metal membrane or the joint of an I/O coupled circuit which constitutes a resonator, therefore the degree of freedom of a design of a dual mode band pass filter can be raised sharply.

[0056] And bandwidth can be sharply adjusted by changing the location of the through tube prepared in the above-mentioned ground electrode or the configuration of notching, and the joint of an I/O coupled circuit, or the dimension of a metal membrane.

[0057] Therefore, according to the 1st and 2nd invention, the dual mode band pass filter of the bandwidth considered as a request can be offered easily. In the 1st and 2nd invention, the metal membrane is formed in the 1st principal plane of a dielectric substrate, and when the ground electrode is formed in the 2nd principal plane, the dual mode band pass filter concerning this invention can be easily constituted by forming the electric conduction film in both sides of a dielectric substrate.

[0058] In the case of the configuration in which the above-mentioned metal membrane has a longitudinal direction and the direction of a short hand, the resonance mode which is two from which resonance frequency differs can be generated easily. But since especially the flat-surface configuration of a metal membrane is not limited, in the 1st and 2nd invention, it can offer the dual mode band pass filter using the metal membrane of various configurations, for example,

can make it the configuration of arbitration, such as a rectangle, a rhombus, a regular polygon, a round shape, or an ellipse form.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The perspective view of the dual mode band pass filter of the 1st example of this invention.

[Drawing 2] The typical top view showing the important section of the dual mode band pass filter of the 1st example.

[Drawing 3] The perspective view for explaining the resonator prepared for the comparison.

[Drawing 4] Drawing showing the frequency characteristics of the resonator shown in drawing 3 .

[Drawing 5] The typical top view for explaining the part in which resonance electric field appear strongly in the resonator shown in drawing 3 in the case of the resonance which meets in the direction of a long side of a metal membrane.

[Drawing 6] The typical top view for explaining the part in which resonance electric field appear strongly in the resonator shown in drawing 3 in the case of

the resonance which meets in the direction of a shorter side of a metal membrane.

[Drawing 7] Drawing showing the frequency characteristics of the resonator prepared for the 1st example and a comparison.

[Drawing 8] The typical top view for explaining the dual mode band pass filter concerning the modification of the 1st example.

[Drawing 9] Drawing showing the frequency characteristics of the resonator shown in the modification shown in drawing 8 , and drawing 3 .

[Drawing 10] The typical top view showing the important section of the dual mode band pass filter concerning the 2nd example.

[Drawing 11] The bottom view of the dual mode band pass filter of the 2nd example.

[Drawing 12] Drawing in which preparing for for the dual mode band pass filter of the 2nd example, and a comparison, and showing the frequency characteristics of a resonator.

[Drawing 13] The typical top view showing an example of the conventional dual mode band pass filter.

[Drawing 14] The typical top view showing other examples of the conventional dual mode band pass filter.

[Drawing 15] The typical top view showing the example of further others of the conventional dual mode band pass filter.

[Description of Notations]

1 -- Dual mode band pass filter

2 -- Dielectric substrate

2a, 2b -- Specific inductive capacity is a high part relatively.

2c, 2d -- Cavity

3 -- Metal membrane which constitutes a resonator

3a, 3b -- Shorter side

3c, 3d -- Long side

4 -- Ground electrode

4a, 4b -- Through tube
5 6 -- I/O coupled circuit
11 -- Dual mode band pass filter
21 -- Dual mode band pass filter
22 -- Dielectric substrate

[Translation done.]

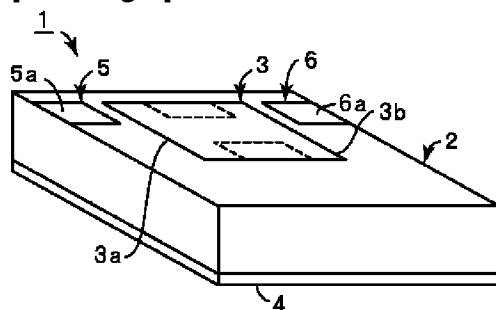
* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

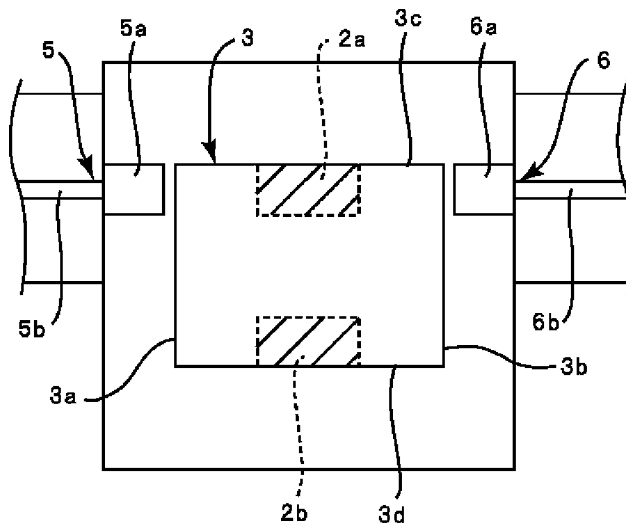
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

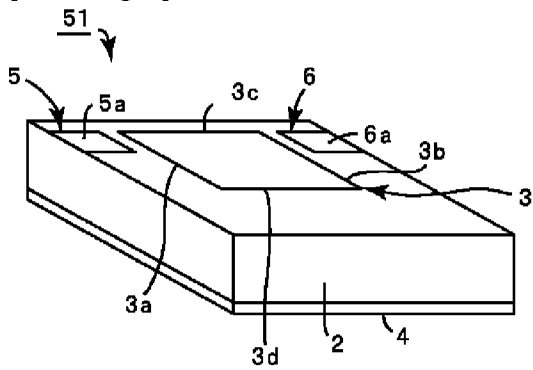
[Drawing 1]



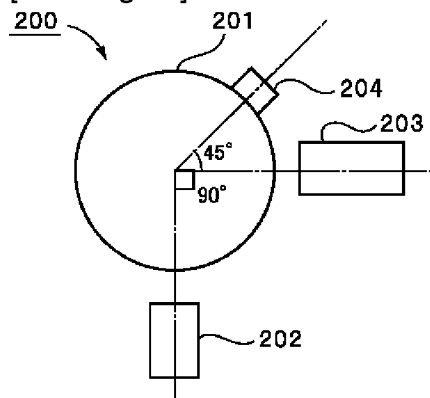
[Drawing 2]



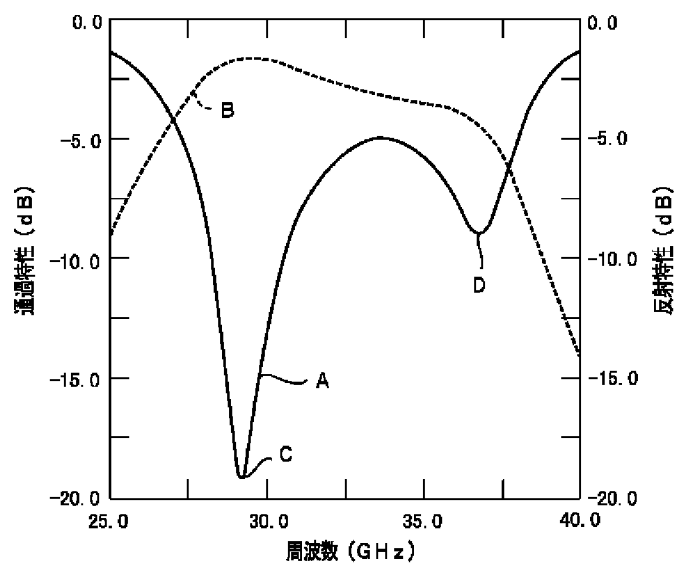
[Drawing 3]



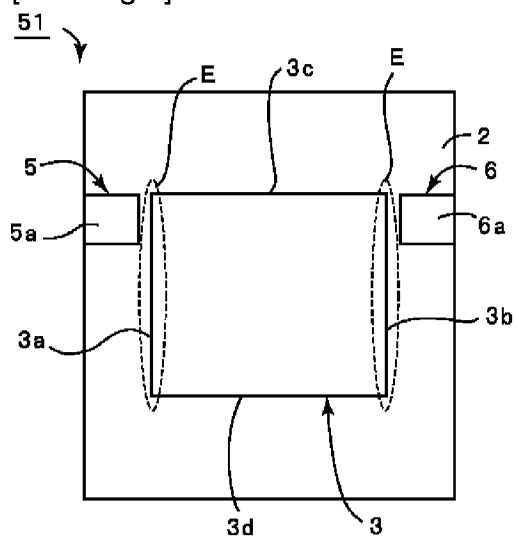
[Drawing 13]



[Drawing 4]

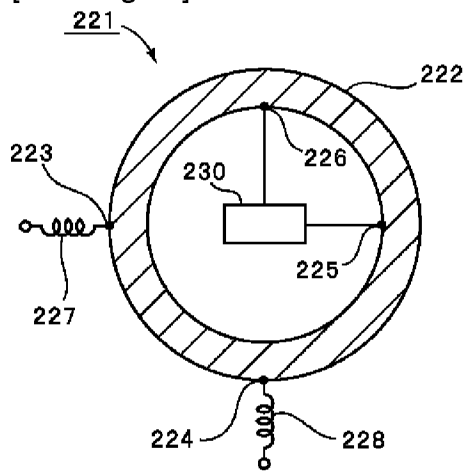


[Drawing 5]

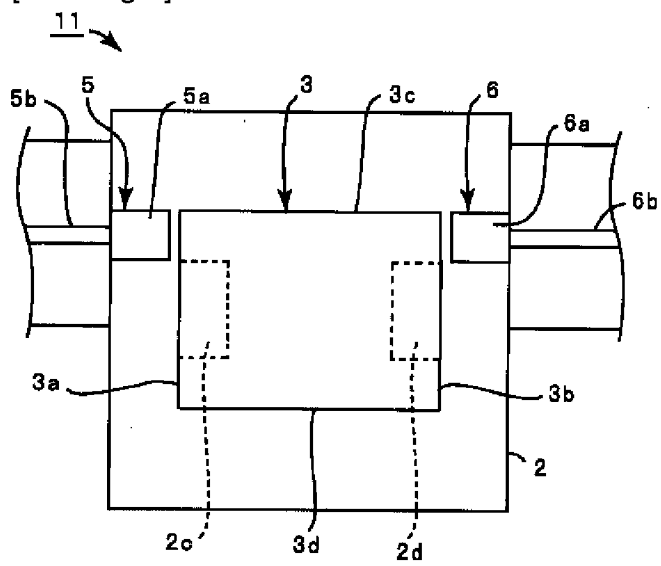


[Drawing 6]

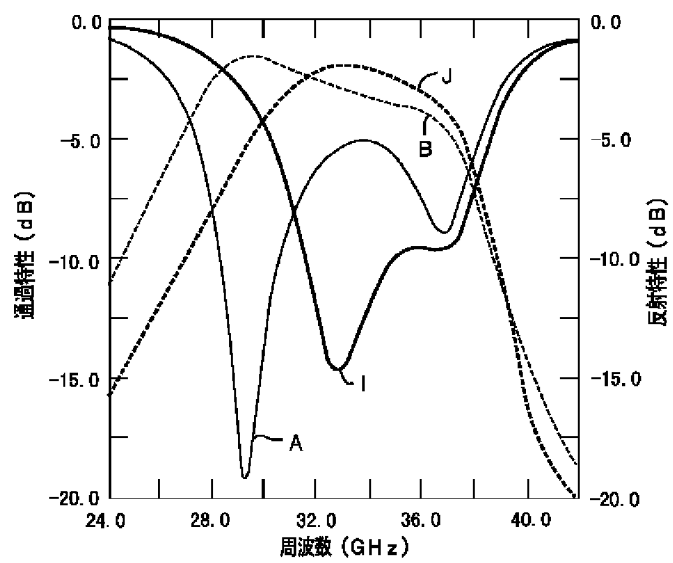
[Drawing 15]



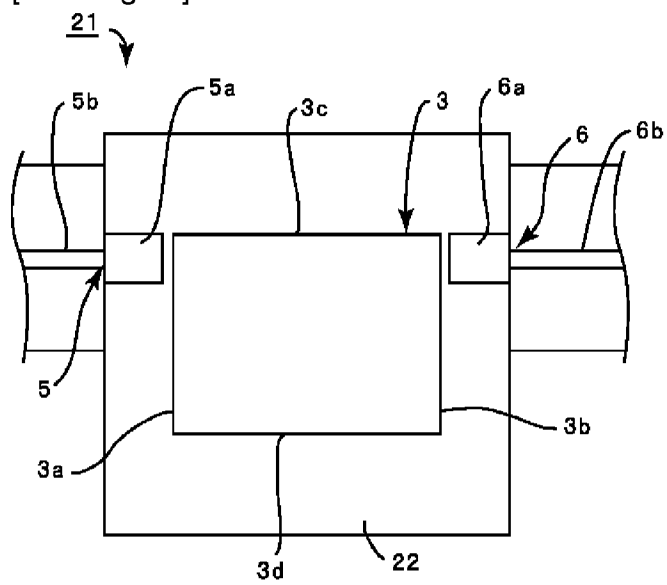
[Drawing 8]



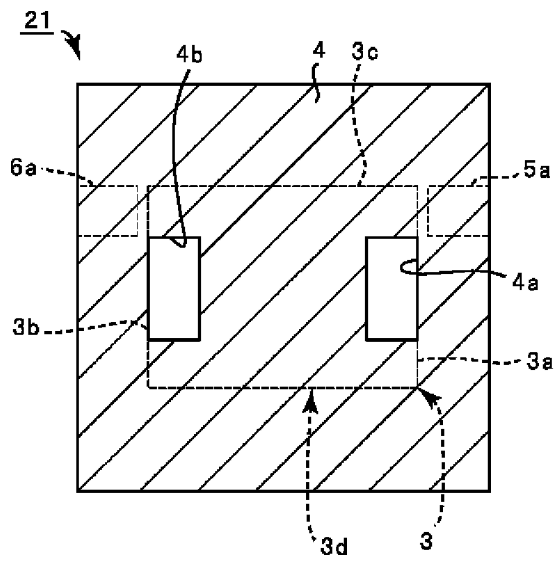
[Drawing 9]



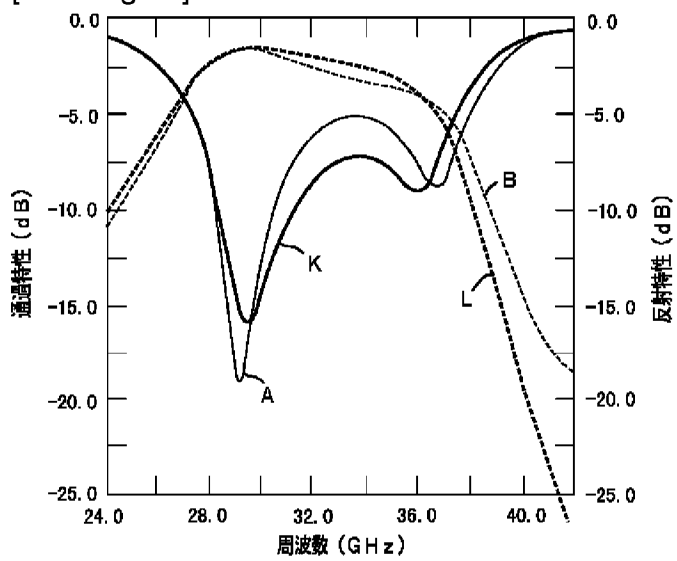
[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-332905
(P2001-332905A)

(43) 公開日 平成13年11月30日 (2001. 11. 30)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 P	1/203	H 0 1 P	5 J 0 0 6
	1/208		A
	7/08		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-151756 (P2000-151756)

(22) 出願日 平成12年 5 月23日 (2000. 5. 23)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 神波 誠治

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72) 発明者 溝口 直樹

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(74) 代理人 100086597

弁理士 宮▼崎▲ 主税

最終頁に続く

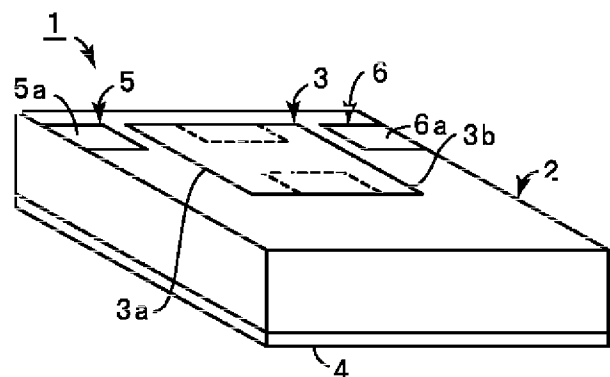
(54) 【発明の名称】 デュアルモード・バンドパスフィルタ

(57) 【要約】

【課題】 小型化を図ることができ、結合度や帯域幅を容易にかつ大幅に調整することができ、設計の自由度に優れたデュアルモード・バンドパスフィルタを得る。

【解決手段】 誘電体基板2の第1の主面または誘電体基板のある高さ位置において共振器を構成する金属膜3が構成されており、該金属膜3と誘電体基板層を介して対向するように少なくとも1つのグラウンド電極4が形成されており、金属膜3に入出力結合回路5、6が結合されており、金属膜3とグラウンド電極4とが対向している領域の一部に、比誘電率が残りの部分と異なる誘電体基板部分2 a、2 bが2つの共振を結合するように形成されている、デュアルモード・バンドパスフィルタ

1。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1, 第2の主面を有する誘電体基板と、
前記誘電体基板の第1の主面または誘電体基板のある高さ位置において部分的に形成されている金属膜と、
前記金属膜と誘電体基板層を介して対向するように、誘電体基板の第2の主面または誘電体基板内に形成された少なくとも1つのグラウンド電極と、
前記金属膜に異なる部分で結合された一対の入出力結合回路とを備え、
前記金属膜により発生される2つの共振モードが結合するように、前記金属膜と前記グラウンド電極とが誘電体基板層を介して対向されている領域の誘電体基板の一部の比誘電率が残りの部分の比誘電率と異ならされている、デュアルモード・バンドパスフィルタ。

【請求項2】 前記誘電体基板層の比誘電率が異ならされている一部が、誘電体基板に設けられた空洞により構成されている、請求項1に記載のデュアルモード・バンドパスフィルタ。

【請求項3】 第1, 第2の主面を有する誘電体基板と、
前記誘電体基板の第1の主面または誘電体基板のある高さ位置において部分的に形成された金属膜と、
前記金属膜と誘電体基板層を介して対向するように、誘電体基板の第2の主面または誘電体基板内に形成された少なくとも1つのグラウンド電極と、
前記金属膜に異なる部分で結合された一対の入出力結合回路とを備え、
前記金属膜において生じる2つの共振モードが結合するように、前記金属膜とグラウンド電極とが対向されている部分において、前記グラウンド電極に貫通孔または切欠が形成されていることを特徴とする、デュアルモード・バンドパスフィルタ。

【請求項4】 前記誘電体基板の第1の主面に金属膜が形成されており、第2の主面にグラウンド電極が形成されている、請求項1～3のいずれかに記載のデュアルモード・バンドパスフィルタ。

【請求項5】 前記金属膜が、長手方向と短手方向とを有する形状である、請求項1～4のいずれかに記載のデュアルモード・バンドパスフィルタ。

【請求項6】 前記金属膜の平面形状が、長方形、菱形、正多角形、円形または楕円形である、請求項1～5のいずれかに記載のデュアルモード・バンドパスフィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばマイクロ波～ミリ波帯の通信機において帯域フィルタとして用いられるデュアルモード・バンドパスフィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、高周波領域で用いられるバンドパスフィルタとして、デュアルモード・バンドパスフィルタが種々提案されている(MINIATURE DUAL MODE MICROSTRIP FILTERS, J.A. Curtis and S.J. Fiedziuszko, 1991 IEEE MTT-S Digestなど)。

【0003】図13及び図14は、従来のデュアルモード・バンドパスフィルタを説明するための各模式的平面図である。図13に示すバンドパスフィルタ200では、誘電体基板(図示せず)上に円形の導電膜201が形成されている。この導電膜201に、互いに90°の角度をなすように、入出力結合回路202及び入出力結合回路203が結合されている。そして、上記入出力結合回路203が配置されている部分に対して中心角45°の角度をなす位置に、先端開放スタブ204が形成されている。これによって共振周波数が異なる2つの共振モードが結合され、バンドパスフィルタ200は、デュアルモード・バンドパスフィルタとして動作するように構成されている。また、図14に示すデュアルモード・バンドパスフィルタ210では、誘電体基板上に正方形の導電膜211が形成されている。この導電膜211に、互いに90°の角度をなすように、入出力結合回路212, 213が結合されている。また、入出力結合回路213に対して135°の位置のコーナー部分が欠落されている。欠落部分211aを設けることにより、2つの共振モードの共振周波数が異ならされており、該2つのモードの共振が結合されて、バンドパスフィルタ210は、デュアルモード・バンドパスフィルタとして動作する。

【0004】他方、円形の導電膜に代えて、円環状の導電膜を用いたデュアルモードフィルタも提案されている(特開平9-139612号公報、特開平9-162610号公報など)。すなわち、円環状のリング伝送路を用い、図13に示したデュアルモード・バンドパスフィルタと同様に、中心角90°の角度をなすように入出力結合回路を配置し、かつリング状伝送路の一部に先端開放スタブを設けてなるデュアルモードフィルタが開示されている。

【0005】また、特開平6-112701号公報にも、同様のリング状伝送路を用いたデュアルモードフィルタが開示されている。図15に示すように、このデュアルモードフィルタ221では、誘電体基板上に円環状の導電膜222が形成されているリング共振器が構成されている。ここでは、円環状の導電膜222に対して、互いに90°をなすように4個の端子223～226が構成されている。4個の端子のうち、互いに90°の角度をなす位置に配置された2個の端子223, 224が入出力結合回路227, 228に結合されており、残りの2個の端子225, 226が帰還回路230を介して接続されている。

【0006】上記構成により、1つのストリップ線路が

らなるリング共振器において、互いに結合しない直交モード共振を生じさせ、上記帰還回路230により結合度を制御することが可能である旨が記載されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】図13及び図14に示した従来のデュアルモード・バンドパスフィルタでは、1つの導電膜パターンを形成することにより2段のバンドパスフィルタを構成することができ、従ってバンドパスフィルタの小型化を図り得る。

【0008】しかしながら、円形や正方形の導電膜パターンにおいて、上記特定の角度を隔てて入出力結合回路を結合する構成を有するため、結合度を大きくすることができず、広い通過帯域を得ることができないという欠点があった。

【0009】また、図13に示されているバンドパスフィルタでは、導電膜201が円形であり、図14に示すバンドパスフィルタでは、導電膜211が正方形と形状が限定されている。従って、設計の自由度が低いという問題もあった。

【0010】また、特開平9-139612号公報や特開平9-162610号公報に記載のようなリング状共振器を用いたデュアルモードバンドパスフィルタにおいても、同様に結合度を大きくすることが困難であり、かつリング状共振器の形状が限定されるという問題があった。

【0011】他方、前述した特開平6-112701号公報に記載のデュアルモードフィルタ221では、帰還回路230を用いることにより、結合度の調整が行われ、広帯域化が図られるとされている。しかしながら、この先行技術に記載のデュアルモードフィルタでは、帰還回路230が必要であり、回路構成が煩雑化するという問題があった。加えて、やはり、リング状共振器の形状が円環状と限定され、設計の自由度が低いという問題があった。

【0012】本発明の目的は、上述した従来技術の欠点を解消し、小型化を図り得るだけでなく、結合度を大きくすることができ、さらに結合度の調整が容易であり、広い通過帯域を容易に実現することができ、さらに設計の自由度に優れたデュアルモード・バンドパスフィルタを提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】第1の発明の広い局面によれば、第1、第2の主面を有する誘電体基板と、前記誘電体基板の第1の主面または誘電体基板のある高さ位置において部分的に形成されている金属膜と、前記金属膜と誘電体基板層を介して対向するように、誘電体基板の第2の主面または誘電体基板内に形成された少なくとも1つのグラウンド電極と、前記金属膜に異なる部分で結合された一対の入出力結合回路とを備え、前記金属膜により発生される2つの共振モードが結合するように、

前記金属膜と前記グラウンド電極とが誘電体基板層を介して対向されている領域において誘電体基板の一部の比誘電率が残りの部分の比誘電率と異ならされている、デュアルモード・バンドパスフィルタが提供される。

【0014】第1の発明に係るデュアルモード・バンドパスフィルタでは、一対の入出力結合回路の金属膜への結合転換を結ぶ下層線と略平行な方向、並びに該下層線に直交する方向の2つの共振モードが生じ、該2つの共振モードが結合するように、金属膜とグラウンド電極とが誘電体基板層を介して対向されている領域の一部の誘電体基板層の比誘電率が残りの部分の比誘電率と異ならされている。すなわち、上記比誘電率が異なる誘電体基板部分により、2つの共振モードのうち、一方の共振モードが影響を受けて、その共振周波数が変動し、それによって2つの共振が結合する。言い換えれば、2つの共振モードを結合させるように、上記誘電体基板層の一部の比誘電率が異ならされているので、デュアルモード・バンドパスフィルタとして動作する。

【0015】本発明のある特定の局面では、上記誘電体基板層の比誘電率が異ならされている一部が、誘電体基板に設けられた空洞により構成される。本願の第2の発明の広い局面によれば、第1、第2の主面を有する誘電体基板と、前記誘電体基板の第1の主面または誘電体基板のある高さ位置において部分的に形成された金属膜と、前記金属膜と誘電体基板層を介して対向するように、誘電体基板の第2の主面または誘電体基板内に形成された少なくとも1つのグラウンド電極と、前記金属膜に異なる部分で結合された一対の入出力結合回路とを備え、前記金属膜において生じる2つの共振モードが結合するように、前記金属膜とグラウンド電極とが対向されている部分において、前記グラウンド電極に貫通孔または切欠が形成されていることを特徴とする、デュアルモード・バンドパスフィルタが提供される。

【0016】本願の第2の発明では、2つの共振モードが結合するように、金属膜とグラウンド電極とが対向されている部分において、グラウンド電極に貫通孔または切欠が形成されている。すなわち、一対の入出力結合回路の金属膜への結合転換を結ぶ下層線と略平行な方向並びに該下層線に直交する方向の2つの方向に伝搬する共振モードが生じるが、一方の共振モードが上記貫通孔または切欠により影響を受けて、その共振周波数が変動する。すなわち、上記貫通孔または切欠が、一方の共振モードを他方の共振モードと結合させるように、一方の共振モードの共振電界または共振電流に影響を与えるように形成されている。従って、上記貫通孔または切欠により、2つの共振モードが結合されて、デュアルモード・バンドパスフィルタとして動作する。

【0017】第1、第2の発明の特定の局面では、前記誘電体基板の第1の主面に金属膜が形成されており、第2の主面にグラウンド電極が形成されている。第1、第

2の発明に係るデュアルモード・バンドパスフィルタのさらに他の特定の局面では、前記金属膜が、長手方向と短手方向とを有する形状である。

【0018】第1、第2の発明のさらに別の特定の局面では、前記金属膜の平面形状が、長方形、菱形、正多角形、円形または楕円形である。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的な実施例を説明することにより、本発明を明らかにする。

【0020】図1は、本発明の第1の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタを説明するための斜視図であり、図2はその要部を模式的に示す平面図である。デュアルモード・バンドパスフィルタ1は、矩形板状の誘電体基板2を有する。誘電体基板2の上面上には、共振器を構成するためにCuからなる金属膜3が形成されている。金属膜3は、誘電体基板2上において部分的に形成されている。金属膜3は、本実施例では長方形の形状を有する。すなわち、金属膜3は、長手方向と短手方向とを有する形状である。

【0021】本実施例では、金属膜3は、長辺の長さが1.6mm、短辺の長さが1.4mmとされている。もっとも、金属膜3の寸法は、これに限定されず、所望とする中心周波数と帯域幅に応じて適宜変更し得る。

【0022】誘電体基板2の上面上においては、金属膜3に、短辺3a、3bと所定のギャップを隔てて入出力結合回路5、6が結合されている。入出力結合回路5、6は、金属膜3に結合される部分である入出力容量形成用パターン5a、6aと、入出力容量形成用パターン5a、6aに接続されたマイクロストリップライン5b、6bとを有する。

【0023】なお、入出力結合回路5、6の金属膜3への結合点については異なる部分である限り図示の位置に限定されない。誘電体基板2の下面には、全面にグラウンド電極4が形成されている。

【0024】本実施例のバンドパスフィルタ1では、誘電体基板2が一樣に構成されておらず、比誘電率が異なる誘電体基板層部分を有する。すなわち、金属膜3とグラウンド電極4とが誘電体基板2を対向している領域のうち、相対的に比誘電率が大きな部分2a、2bが形成されている。この比誘電率が大きな部分2a、2bは、本実施例では、比誘電率 $\epsilon_r = 1.7$ とされており、残りの誘電体基板部分の比誘電率が $\epsilon_r = 7$ とされている。比誘電率の高い部分2a、2bは、長方形の金属膜3の長辺3c、3dの中央付近において、該長辺3c、3dに沿うように形成されている。また、比誘電率の高い部分2a、2bは、その平面形状が長方形であり、かつ誘電体基板2の厚み方向において、誘電体基板2の上面から下面に至るように形成されている。

【0025】比誘電率の高い部分2a、2bと、残りの部分とを有するように誘電体基板2を構成する方法につ

いては特に限定されず、誘電体基板2を得た後に、誘電体基板部分2a、2bが設けられる部分に貫通孔を形成し、該貫通孔に比誘電率の高い誘電体材料を充填することにより形成することができる。あるいは、矩形の誘電体基板を得た後に、比誘電率の相対的に高い部分2a、2bに相当する部分に基板の構成材料と反応する元素を塗布し、熱拡散させることにより比誘電率の高い部分2a、2bを形成してもよい。

【0026】本実施例では、誘電体基板2は、Mg、Si、Alなどの酸化物からなり、比誘電率の相対的に高い部分2a、2bは、Mg、Si、Alなどの酸化物に加えてCaあるいはTiの酸化物が付加されている。

【0027】また、上記比誘電率の相対的に高い部分2a、2bの平面形状は長方形であるが、その短辺は $200\mu\text{m}$ 、長辺が $600\mu\text{m}$ の寸法を有するように構成されている。

【0028】本実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ1では、入出力結合回路5、6の一方とグラウンド電極4との間に入力電圧を印加することにより、入出力結合回路5、6の他方とグラウンド電極4との間で出力が取り出される。この場合、金属膜3が長方形の形状を有し、上記比誘電率の相対的に高い部分2a、2bが形成されているので、2つのモードの共振が結合され、デュアルモード・バンドパスフィルタとして動作する。これは、上記相対的に比誘電率の高い部分2a、2bが、金属膜3において生じる2つの共振を結合するように構成されているためである。これを、図3～図7を参照して説明する。

【0029】図3は、比較のために用意した共振器51を示す斜視図である。共振器51では、比誘電率の相対的に高い部分2a、2bが設けられていないことを除いては、上記実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ1と同様に構成されている。この共振器51の周波数特性を図4に示す。

【0030】図4の実線A及び破線Bは、共振器51の反射特性及び通過特性をそれぞれ示す。図4から明らかなように、矢印C、矢印Dで示す2つの共振が現れているものの、2つの共振が離れか周波数位置に現れており、結合されていない。共振器51では、金属膜3に結合されている入出力結合回路5、6の結合点を結ぶ方向と平行な方向、すなわち金属膜3の長辺方向に沿う共振と、該長辺と直交する方向すなわち短辺方向に沿う共振とが生じる。図4の矢印Cで示す共振は、上記長辺方向に沿う共振であり、矢印Dで示す共振は短辺方向に沿う共振である。

【0031】図4から明らかなように、2つの共振は異なる周波数位置に現れており、結合していない。すなわち、バンドパスフィルタとして動作しない。本願発明者らは、上記共振器51における共振電界を電磁界シミュレーター（ヒューレットパッカード社製、品番：HFS

S)を用いて測定したところ、図5及び図6に示す結果が得られた。

【0032】すなわち、共振Cでは、図5の破線Eで示す部分、すなわち長辺3c、3dの両側において短辺3a、3bに沿う部分が共振電界が強くなることが確かめられた。

【0033】他方、短辺方向に沿う共振の場合には、図6に破線Fで示すように、金属膜3の長辺3c、3d近傍において共振電界が強くなることが確かめられた。本願発明者らは、上記共振電界分布を考慮した結果、一方の共振に際しての共振電界を調整し、それによって共振C、共振Dの共振周波数を近づければ、バンドパスフィルタを構成し得ることを見出した。

【0034】第1の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ1では、上記のような知見のもとに、長辺3c、3dの略中央付近において、上記比誘電率の相対的に高い部分2a、2bを形成することにより、短辺方向に沿う共振、すなわち図4に示した共振Dの共振周波数を低下させ、2つの共振が結合されている。言い換えれば、2つの共振が結合するように、比誘電率の相対的に高い部分2a、2bが形成されている。

【0035】図7に、本実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ1の周波数特性を示す。図7の実線Gが反射特性を、破線Hが通過特性を示す。また、比較のために、前述した共振器51の周波数特性も実線A及び破線Bで併せて示す。

【0036】図7から明らかなように、本実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ1では、2つの共振が結合し、バンドパスフィルタとして動作し得ることがわかる。

【0037】本実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ1では、上記比誘電率が相対的に高い部分2a、2bの残りの部分との比誘電率差、比誘電率が相対的に高い部分2a、2bの平面形状及び該平面形状の面積を調整することにより、短辺方向に伝搬する共振の共振周波数を容易に調整することかでき、それによって2つの共振を確実に結合することができるとともに、所望とする帯域幅のバンドパスフィルタ特性を容易に得ることができる。

【0038】なお、第1の実施例では、長辺側中央に比誘電率が相対的に高い部分2a、2bを設けたが、短辺側に比誘電率が残りの誘電体基板部分と異なる部分を設けてもよい。その場合には、長辺に沿って伝搬する共振の共振周波数が影響を受けることになるため、短辺側に比誘電率が異なる部分として、残りの部分に比べて比誘電率が相対的に低い部分を設ければよい。

【0039】図8は、金属膜3の短辺3a、3b側に、比誘電率が相対的に低い部分が設けられた変形例を示す模式的平面図である。本実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ11では、金属膜3の下方において、誘

電体基板2に空洞2c、2dが設けられている。空洞2c、2dは、金属膜3とグラウンド電極とが対向されている領域において、金属膜3の短辺3a、3bに沿うように短辺略中央に設けられている。空洞2c、2dは、その平面形状が略長方形の形状とされており、該長方形の短辺が $200\mu\text{m}$ 、長辺が $600\mu\text{m}$ の寸法を有する。また、空洞2c、2dは、誘電体基板2を上面から下面に貫くように形成されている。もっとも、空洞2c、2dは、必ずしも貫通する必要はない。

【0040】空洞2c、2dにおける比誘電率は空気の比誘電率となるため、 $\epsilon_r=1$ である。本変形例のデュアルモード・バンドパスフィルタ11の周波数特性を図9に示す。図9において実線Iが反射特性を、破線Jが通過特性を示す。比較のために、前述した共振器51の周波数特性を併せて実線A及び破線Bで示す。

【0041】図9から明らかなように、本変形例によれば、金属膜3の短辺側において上記空洞2c、2dが誘電体基板2に設けられているので、長辺方向に伝搬する共振の共振電界が影響を受け、共振Cの共振周波数が高められて、2つの共振が結合し、バンドパスフィルタとして動作することがわかる。

【0042】図10及び図11は、本発明の第2の実施例に係るバンドパスフィルタの要部を示す模式的平面図及び底面図である。第2の実施例のバンドパスフィルタ21では、誘電体基板22として、厚み $300\mu\text{m}$ であり、比誘電率 $\epsilon_r=7$ のMg、Si、Alの酸化物からなるものが用いられている。誘電体基板22の上面には、金属膜3及び入出力結合回路5、6が第1の実施例と同様に構成されている。また、図11に示すように、誘電体基板22の下面にはグラウンド電極4が形成されている。本実施例の特徴は、グラウンド電極4において、貫通孔4a、4bが形成されていることにある。

【0043】すなわち、貫通孔4a、4bは、金属膜3とグラウンド電極4とが対向している領域において、2つの共振を結合するように設けられている。本実施例では、貫通孔4a、4bは、金属膜3を下方に投影した場合の短辺3a、3bが位置している部分に沿うように、平面形状が長方形の貫通孔4a、4bが形成されている。

【0044】従って、デュアルモード・バンドパスフィルタ21では、金属膜3の長辺方向に伝搬する共振の共振電界が強く現れる部分が貫通孔4a、4bにより影響を受け、図8に示した変形例と同様に、金属膜3の長辺方向に伝搬する共振Cの共振周波数が高められる。そして、貫通孔4a、4bが、上記共振Cと共振Dとが結合するように、その大きさが定められている。本実施例では、貫通孔4a、4bの一方が、長辺 0.8mm 、短辺 0.4mm とされている。

【0045】本実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ21の周波数特性を図12に実線K及び破線Lで

示す。実線Kが反射特性を、破線Lが通過特性を示す。比較のために、共振器51の周波数特性を図12に併せて示す。図12から明らかなように、第2の実施例においても、貫通孔4a、4bの形成により2つの共振が結合されることがわかる。

【0046】なお、第1の実施例及び変形例では誘電体基板に、共振電界を制御するために比誘電率が残りの部分と異なる部分を設け、第2の実施例では、グラウンド電極に貫通孔を設けたが、これらの方法を併用してもよい。すなわち、第1の実施例と第2の実施例とを組み合わせてもよい。

【0047】また、第1、第2の実施例では、金属膜3は長方形の形状を有していたが、金属膜3の形状については特に限定されず、任意の形状とすることができる。もっとも、異なる共振周波数の2つの共振モードを発生させるには、長手方向と短手方向とを有する金属膜を用いることが望ましい。

【0048】また、金属膜の具体的な平面形状としては、長方形、菱形、正多角形、円形または楕円形など様々な形状とすることができる。また、第1、第2の実施例では、誘電体基板2の上面に金属膜3が形成されていたが、金属膜3は、誘電体基板のある高さ位置に形成されていてもよい。同様に、グラウンド電極についても、金属膜3と誘電体基板層を介して対向され得る限り、誘電体基板2の下面に形成される必要は必ずしもなく、誘電体基板内に形成されていてもよい。

【0049】さらに、誘電体基板2の中間高さ位置に金属膜を形成し、誘電体基板の上面及び下面にグラウンド電極を形成することにより、トリプレート構造を有するデュアルモード・バンドパスフィルタを構成してもよい。

【0050】

【発明の効果】本発明に係るデュアルモード・バンドパスフィルタでは、誘電体基板に共振器を構成するための金属膜が形成されており、該金属膜に2つの共振モードが発生するように入出力結合回路が結合されている。そして、2つの共振モードが結合するように、金属膜とグラウンド電極とが誘電体基板層を介して対向されている領域の一部の誘電体基板の比誘電率が残りの部分の比誘電率と異ならされているので、2つの共振モードが結合されてデュアルモード・バンドパスフィルタとしての特性を得ることができる。

【0051】従来のデュアルモード・バンドパスフィルタでは、共振器を構成する金属膜の形状に制約があったり、入出力結合回路の結合点に位置に制約があったのに対し、本発明に係るデュアルモード・バンドパスフィルタでは、このような制約が存在しない。従って、デュアルモード・バンドパスフィルタの設計の自由度を大幅に高め得る。

【0052】しかも、上記金属膜の寸法、比誘電率が残

りの部分と異なる誘電体基板部分の寸法あるいは入出力結合回路の結合点の位置を異ならせることにより、帯域幅を大幅に調整することもできる。

【0053】誘電体基板層の比誘電率が異ならされている部分が、誘電体基板に設けられた空洞により構成されている場合には、誘電体基板に空洞を形成するだけで、容易に2つの共振モードを結合することができる。

【0054】本願の第2の発明に係るデュアルモード・バンドパスフィルタでは、誘電体基板に共振器を構成するための金属膜が形成されており、該金属膜に入出力結合回路が結合されて2つの共振モードが生じるように構成されている。そして、該2つの共振モードが結合するように、金属膜とグラウンド電極とが対向されている部分において、グラウンド電極に切欠が形成されている。従って、第1の発明と同様に、2つの共振モードが結合されて、デュアルモード・バンドパスフィルタとしての特性が得られる。

【0055】第2の発明においても、共振器を構成する金属膜の形状や入出力結合回路の結合点の位置の制約がなく、従って、デュアルモード・バンドパスフィルタの設計の自由度を大幅に高め得る。

【0056】しかも、上記グラウンド電極に設けられる貫通孔または切欠の形状、入出力結合回路の結合点の位置あるいは金属膜の寸法を変更することにより、帯域幅を大幅に調整することができる。

【0057】よって、第1、第2の発明によれば、所望とする帯域幅のデュアルモード・バンドパスフィルタを容易に提供することができる。第1、第2の発明において、誘電体基板の第1の主面に金属膜が形成されており、第2の主面にグラウンド電極が形成されている場合には、誘電体基板の両面に導電膜を形成することにより、本発明に係るデュアルモード・バンドパスフィルタを容易に構成することができる。

【0058】上記金属膜が、長手方向と短手方向とを有する形状の場合には、共振周波数が異なる2つの共振モードを容易に発生させることができる。もっとも、金属膜の平面形状は特に限定されないため、第1、第2の発明では、様々な形状の金属膜を用いたデュアルモード・バンドパスフィルタを提供することができ、例えば、長方形、菱形、正多角形、円形または楕円形等の任意の形状とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの斜視図。

【図2】第1の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの要部を示す模式的平面図。

【図3】比較のために用意した共振器を説明するための斜視図。

【図4】図3に示した共振器の周波数特性を示す図。

【図5】図3に示した共振器において、金属膜の長辺方

向に沿う共振の際に共振電界が強く現れる部分を説明するための模式的平面図。

【図6】図3に示した共振器において、金属膜の短辺方向に沿う共振の際に共振電界が強く現れる部分を説明するための模式的平面図。

【図7】第1の実施例及び比較のために用意した共振器の周波数特性を示す図。

【図8】第1の実施例の変形例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタを説明するための模式的平面図。

【図9】図8に示した変形例及び図3に示した共振器の周波数特性を示す図。

【図10】第2の実施例に係るデュアルモード・バンドパスフィルタの要部を示す模式的平面図。

【図11】第2の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタの底面図。

【図12】第2の実施例のデュアルモード・バンドパスフィルタ及び比較のために用意し共振器の周波数特性を示す図。

【図13】従来のデュアルモード・バンドパスフィルタ

の一例を示す模式的平面図。

【図14】従来のデュアルモード・バンドパスフィルタの他の例を示す模式的平面図。

【図15】従来のデュアルモード・バンドパスフィルタのさらに他の例を示す模式的平面図。

【符号の説明】

1…デュアルモード・バンドパスフィルタ

2…誘電体基板

2a, 2b…比誘電率が相対的に高い部分

2c, 2d…空洞

3…共振器を構成する金属膜

3a, 3b…短辺

3c, 3d…長辺

4…グラウンド電極

4a, 4b…貫通孔

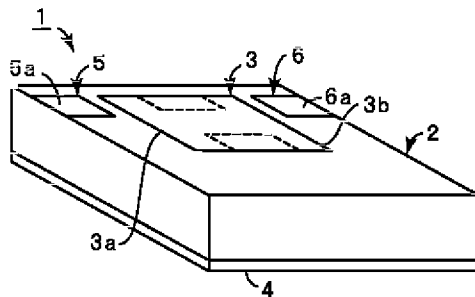
5, 6…入出力結合回路

11…デュアルモード・バンドパスフィルタ

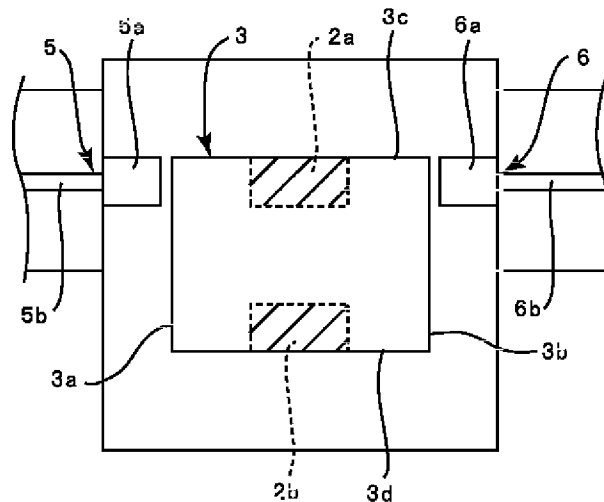
21…デュアルモード・バンドパスフィルタ

22…誘電体基板

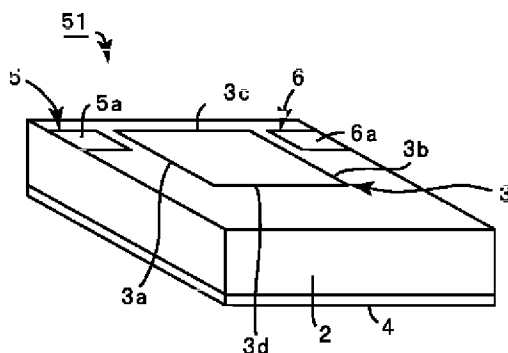
【図1】



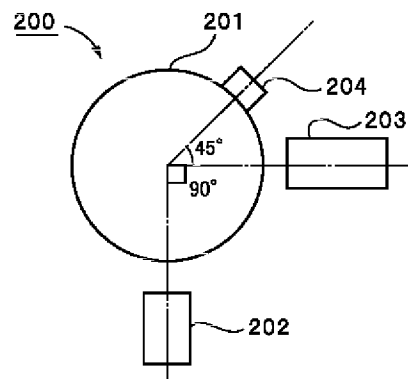
【図2】



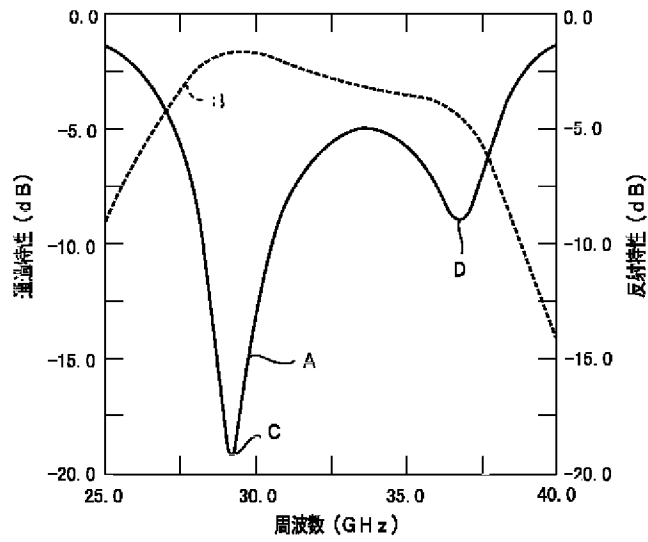
【図3】



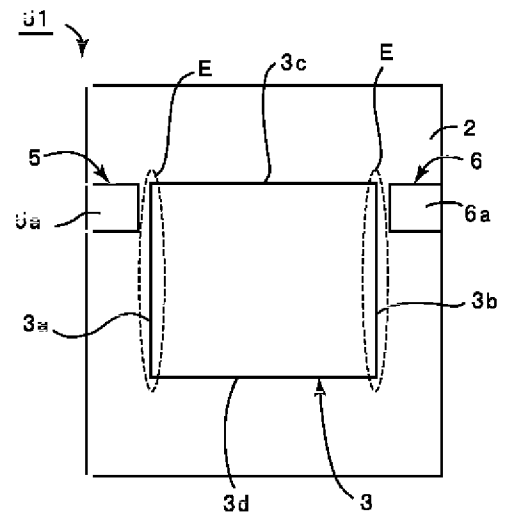
【図13】



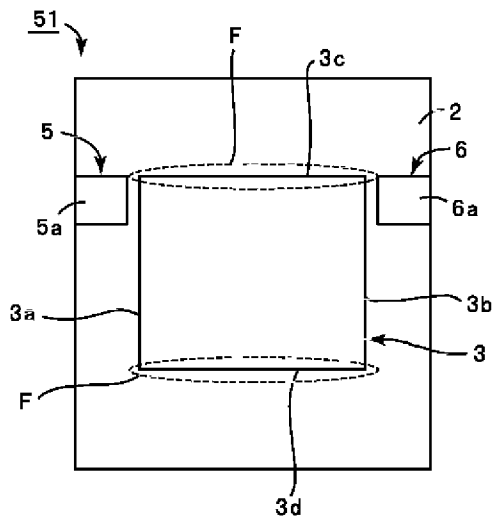
【図4】



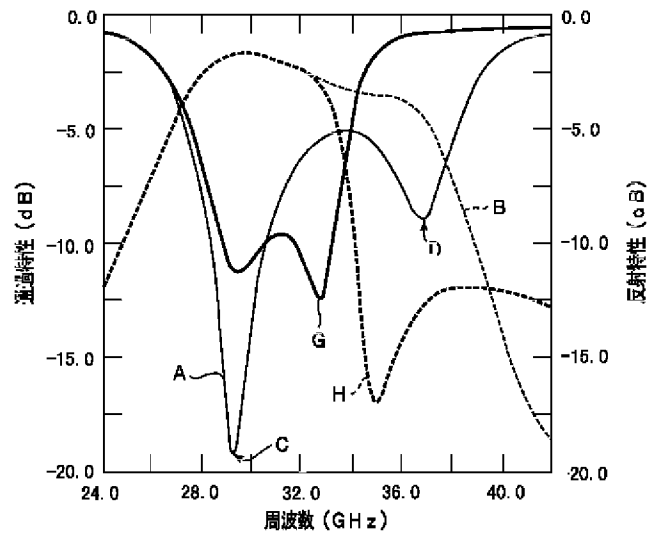
【図5】



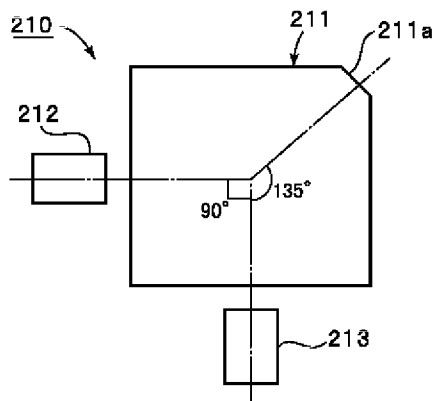
【図6】



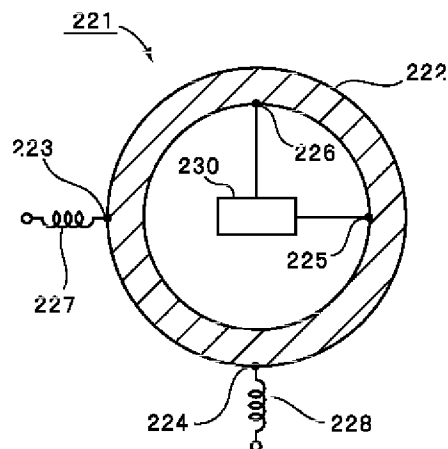
【図7】



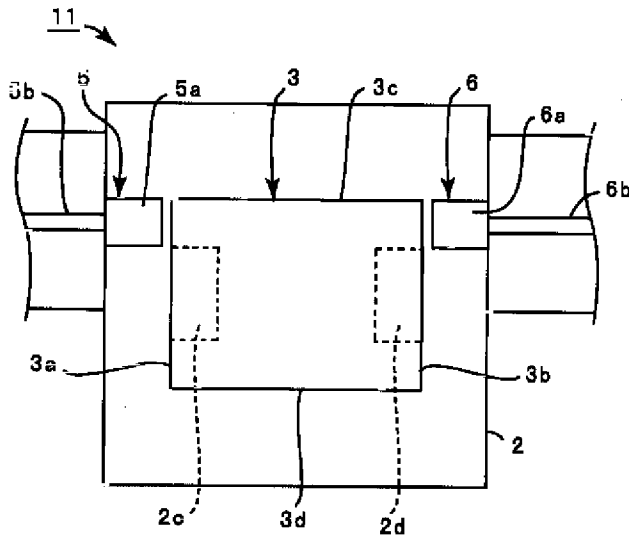
【図14】



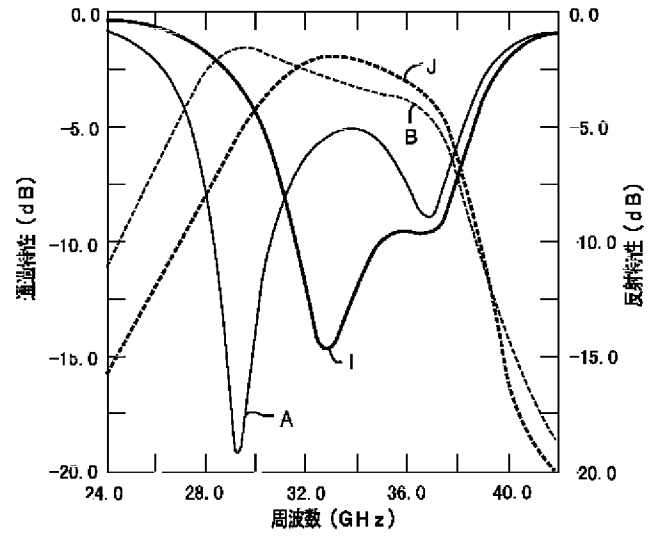
【図15】



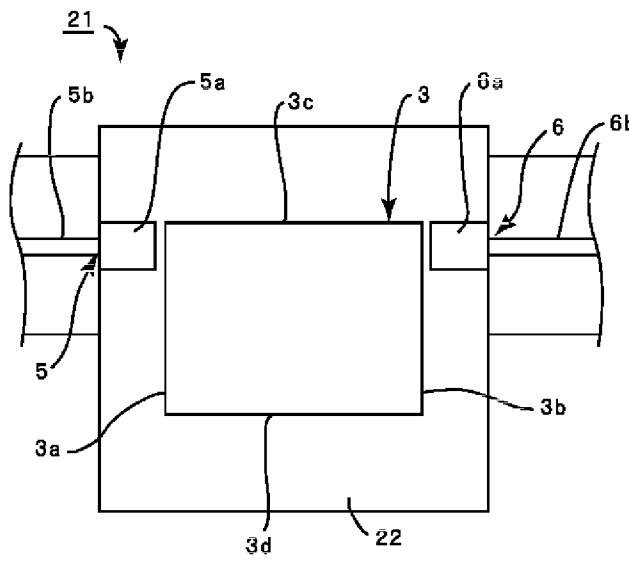
【図8】



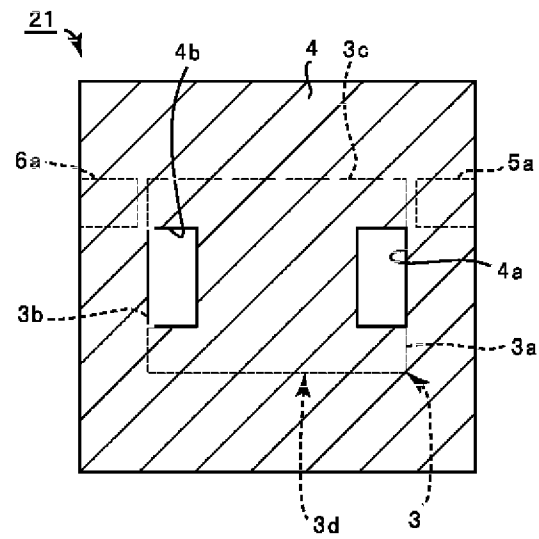
【図9】



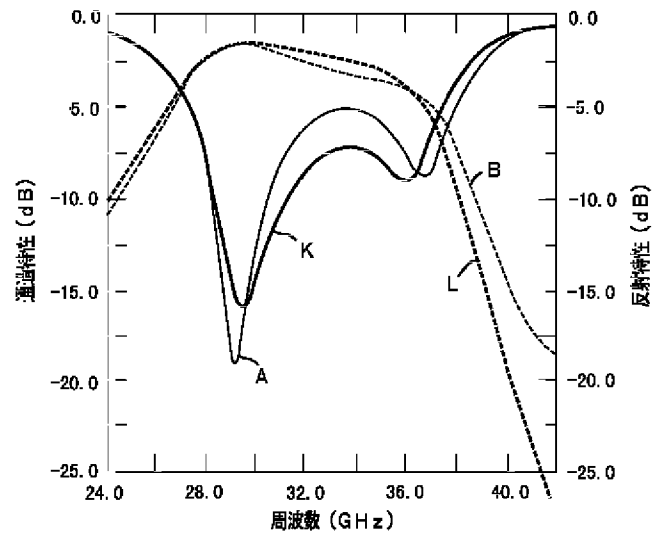
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 岡村 尚武
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72)発明者 萬代 治文
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内
Fターム(参考) 5J006 HB03 HB15 HC14 JA01 LA05
NA04 NC02